

Patent Abstract



GER 2002-11-21 10136611 **Optical arrangement for the figuration and homogenization of a laser; beam outgoing from a laser diode arrangement**

INVENTOR(S)- BloOmel, Veit 07743 Jena DE

INVENTOR(S)- Stolberg, Klaus-Peter 07743 Jena DE

APPLICANT(S)- Jenoptik Laserdiode GmbH 07745 Jena DE

PATENT NUMBER- 10136611/DE-C1

PATENT APPLICATION NUMBER- 10136611

DATE FILED- 2001-07-23

DOCUMENT TYPE- C1, PATENT SPECIFICATION (FIRST PUBL.)

PUBLICATION DATE- 2002-11-21

INTERNATIONAL PATENT CLASS- G02B02709; B23K02606; G02B02709; B23K02606A; B23K026073B

PATENT APPLICATION PRIORITY- 10136611, A

PRIORITY COUNTRY CODE- DE, Germany, Ged. Rep. of

PRIORITY DATE- 2001-07-23

FILING LANGUAGE- German

LANGUAGE- German NDN- 203-0505-5404-7

With a source of laser emissions for the production of a work jet the; task, with simple means of overlaying laser beam bundles of a diode; laser ingot high-efficiently, consists a work jet with different jet; geometry preferentially however with a rectangular and/or; linienfoermigen radiation cross section to produce, the one, in its; homogeneity and edging partialness and a lining up from several work; jets exhibits improved distribution of intensity to the production of; an elongated jet profile ensured. In particular within the together; bordering ranges an even, troublefree distribution of intensity is to; be present. Between reflecting sides of a homogenizing element to each; other neighbouring lying reflection levels are intended in a direction; perpendicularly to a common level of the active layers of the emitter; elements of a laser diode arrangement, which go through the laser beam; bundles successively. Due to the divergence of the laser beam bundles; in a direction parallel to the common level reflections between the; sides in each reflection level repeat themselves.

EXEMPLARY CLAIMS- 1. Optical arrangement to the figuration and homogenization of a laser beam outgoing from a laser diode arrangement, with which laser beam bundles sending emitter elements of the laser diode arrangement with their active layers are in a common level and separately in a first coordinate direction spatially, next to each other arranged, by, in a second coordinate direction perpendicularly to the common level of the active layers of the emitter elements working collimation optics and a homogenizing element by a pair of each other turned reflecting sides, by the fact characterized that between the sides (4, 5, 18, 25, 26) of the homogenizing element (3, 17, 24), on those the laser beam bundles (L) due to their, in which first coordinate direction is mutually overlaid arranged available divergence, to each other in a direction perpendicularly to the common level of the active layers neighbouring lying reflection levels (E1 to E11) are intended repeat themselves, those the laser beam bundles (L) successively gone through and in those reflections due to the divergence of the laser beam bundles (L) between the sides (4, 5, 18, 25, 26) in the first coordinate direction. 2. Arrangement according to requirement 1, by the fact characterized that the reflection levels (E1 to E4) are arranged parallel to the common level for the active layers. 3. Arrangement according to requirement 2, by it characterized that, its sides (4, 5) are arranged the homogenizing element (3) perpendicularly to the common level of the active layers, for the production of the reflection levels (E1 to E4) faces (13, 15) exhibits, at those against the common level of the active layers bent, reflecting returning surfaces (7 to 10) as

roof Kant arrangements (11, 12) is intended. 4. Arrangement according to requirement 3, by the fact characterized that one of the faces (13) is partitioned into an entrance range (14) for the laser beam bundles (L), a range of the radiation from footstep (6) and one of the

NO-DESCRIPTORS



⑮ **BUNDESREPUBLIK
DEUTSCHLAND**



**DEUTSCHES
PATENT- UND
MARKENAMT**

⑫ **Patentschrift**
⑩ **DE 101 36 611 C 1**

⑤ Int. Cl. 7:
G 02 B 27/09
B 23 K 26/06

⑳ Aktenzeichen: 101 36 611.6-51
㉑ Anmeldetag: 23. 7. 2001
㉒ Offenlegungstag: -
㉓ Veröffentlichungstag
der Patenterteilung: 21. 11. 2002

Innerhalb von 3 Monaten nach Veröffentlichung der Erteilung kann Einspruch erhoben werden

㉔ **Patentinhaber:**
Jenoptik Laserdiode GmbH, 07745 Jena, DE

㉕ **Vertreter:**
Patentanwälte Oehmke und Kollegen, 07743 Jena

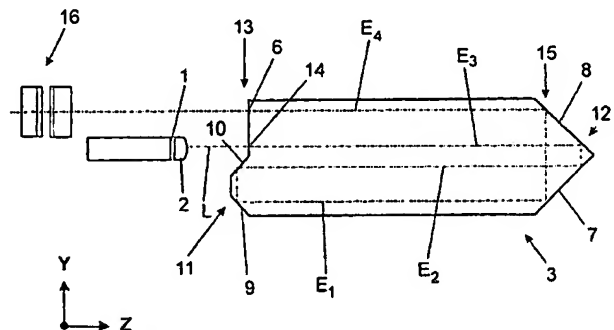
㉖ **Erfinder:**
Blümel, Veit, 07743 Jena, DE; Stolberg, Klaus-Peter,
07743 Jena, DE

㉗ **Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:**

US 58 50 300
US 53 03 084
US 47 44 615

㉘ **Optische Anordnung zur Formung und Homogenisierung eines von einer Laserdiodenanordnung
ausgehenden Laserstrahls**

㉙ Bei einer Laserstrahlungsquelle zur Erzeugung eines Arbeitsstrahls besteht die Aufgabe, mit einfachen Mitteln aus sich überlagernden Laserstrahlenbündeln eines Diodenlaserbarrens hocheffizient einen Arbeitsstrahl mit unterschiedlichen Strahlgeometrien, bevorzugt jedoch mit einem rechteckigen bzw. linienförmigen Strahlungsquerschnitt zu erzeugen, der eine, in seiner Homogenität und Kantensteilheit verbesserte Intensitätsverteilung aufweist und eine Aneinanderreihung von mehreren Arbeitsstrahlen zur Erzeugung eines langgestreckten Strahlprofils gewährleistet. Insbesondere in den aneinander angrenzenden Bereichen soll eine gleichmäßige, störungsfreie Intensitätsverteilung vorhanden sein.
Zwischen reflektierenden Seitenflächen eines Homogenisierungselementes sind zueinander in einer Richtung senkrecht zu einer gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten der Emitterelemente einer Laserdiodenanordnung benachbart liegende Reflexionsebenen vorgesehen, die die Laserstrahlenbündel nacheinander durchlaufen. Infolge der Divergenz der Laserstrahlenbündel in einer Richtung parallel zu der gemeinsamen Ebene wiederholen sich die Reflexionen zwischen den Seitenflächen in jeder Reflexionsebene.



DE 101 36 611 C 1

DE 101 36 611 C 1



[0001] Die Erfindung betrifft eine optische Anordnung zur Formung und Homogenisierung eines von einer Laserdiodenanordnung ausgehenden Laserstrahls, bei der Laserstrahlenbündel aussendende Emitterelemente der Laserdiodenanordnung mit ihren aktiven Schichten in einer gemeinsamen Ebene und in einer ersten Koordinatenrichtung räumlich getrennt, nebeneinander angeordnet sind, mit einer, in einer zweiten Koordinatenrichtung senkrecht zu der gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten der Emitterelemente wirkenden Kollimationsoptik und einem Homogenisierungselement mit einem Paar von einander zugewandten reflektierenden Seitenflächen.

[0002] Für Hochleistungsdiodenlaser in Form von Diodenlaserbarren bieten sich in zunehmendem Maße immer breitere Anwendungsgebiete in der Industrie und Medizintechnik an, da diese durch ihre hohe elektrooptische Effizienz, die kostengünstige Herstellung und die kompakte Bauweise eine gute Alternative zu anderen Strahlungsquellen und Werkzeugen bilden.

[0003] Bekanntermaßen weist die Ausgangsstrahlung von Diodenlaserbarren jedoch Besonderheiten in ihren Eigenschaften auf, die für die meisten Anwendungen durch unterschiedlich wirkende Optiken angepasst werden müssen. Das erfolgt üblicherweise dadurch, dass die Strahlung, die in einer Ebene senkrecht zur aktiven Schicht (Fast-Axis bzw. y-Achse) und in der Ebene der aktiven Schicht (Slow-Axis bzw. x-Achse) große Divergenzwinkelunterschiede aufweist, zumindest in Fast-Axis-Richtung zunächst kollimiert wird.

[0004] Für viele Anwendungen ist es zur Verbesserung der in den beiden Richtungen auch stark unterschiedlichen Strahlqualitäten außerdem wünschenswert, die Intensitätsverteilungen in einer dieser Richtungen oder auch in beiden zu homogenisieren und das Strahlprofil einer Rechteck- bis hin zu einer Linienform anzunähern. Dabei ist in Betracht zu ziehen, dass die Intensität eines Emitters des Diodenlaserbarrens in Fast-Axis-Richtung in erster Näherung einem Gauß-Profil entspricht und eine annähernd beugungsbegrenzte Strahlqualität aufweist, während die emittierte Strahlung in der Slow-Axis-Richtung infolge der aus Effizienzgründen durchgeführten Anregung einer maximalen Modendichte durch eine multimodige Verteilung stark inhomogen ausgebildet ist. Diese Eigenschaften liegen bei jedem der durch Anzahl, Abstand und Breite der Emitter bestimmten und sich überlagernden Strahlenbündel vor, so dass aus der Aneinanderreihung der Emitter in der Ebene der aktiven Schicht keine homogene Linienstrahlquelle resultiert.

[0005] Anordnungen und Verfahren zur Homogenisierung der Intensitätsverteilung sind im Stand der Technik bereits vielfach beschrieben worden.

[0006] Bekannt sind hierbei insbesondere optische Anordnungen gemäß US 4 744 615 und US 5 303 084, bei denen ein Lichttunnel mit ebenen, innen reflektierenden Seiten einen divergierenden Laserstrahl aufnimmt und am Austritt des Lichttunnels überlagert.

[0007] Derartige Lichttunnel sind in ihrer Wirkung jedoch eingeschränkt. Das trifft insbesondere dann zu, wenn ein von einer linienförmigen Strahlungsquelle ausgehendes und in Linienrichtung inhomogenes Strahlenbündel über den gesamten Querschnitt einer zu erzeugenden Rechteckform homogen in der Strahlungsverteilung ausgebildet sein soll. Diese Forderung und die Forderung nach einer hohen Kantensteilheit sind z. B. für das Laserschweißen von Bedeutung, wenn für die Erzeugung eines durchgängigen linienförmigen Strahlungsquerschnittes mehrere Diodenlaserbar-

ren aneinander zu reihen sind und die aneinander angrenzenden Bereiche frei von Störungen in der Intensitätsverteilung sein sollen. Besonders vorteilhaft sind derartig konzipierte Strahlungsquellen, wenn zum Schweißen einer längeren Schweißnaht auf eine Bewegung des Werkzeuges verzichtet werden soll.

[0008] Bekannt ist auch die Homogenisierung mit holographischen Gittern, wie z. B. nach der US 5 850 300, die jedoch die Kenntnis der Intensitätsverteilung der Strahlungsquelle erfordert. Da Diodenlaserbarren als körperlich ausgedehnte Objekte über verschiedene Quellpunkte verfügen, von denen einzelne Strahlenbündel ausgesendet werden, die sich in ihrer Form und Intensitätsverteilung überlagern, weist das dadurch entstandene Gesamtstrahlenbündel eine weitgehend undefinierte Strahlcharakteristik auf. Aus diesem Grund sind holographische Gitter zur Strahlungshomogenisierung bei Diodenlaserbarren nicht von Vorteil, zumal üblicherweise nur Umwandlungseffizienzen im Bereich von 50–80% erreicht werden.

[0009] Aufgabe der Erfindung ist es deshalb, mit einfachen Mitteln aus sich überlagernden Laserstrahlenbündeln eines Diodenlaserbarrens hocheffizient einen Arbeitsstrahl mit unterschiedlichen Strahlgeometrien, bevorzugt jedoch mit einem rechteckigen bzw. linienförmigen Strahlungsquerschnitt zu erzeugen, der eine, in seiner Homogenität und Kantensteilheit verbesserte Intensitätsverteilung aufweist und eine Aneinanderreihung von mehreren Arbeitsstrahlen zur Erzeugung eines langgestreckten Strahlprofils gewährleistet. Insbesondere in den aneinander angrenzenden Bereichen soll eine gleichmäßige, störungsfreie Intensitätsverteilung vorhanden sein.

[0010] Diese Aufgabe wird bei einer optischen Anordnung der eingangs genannten Art dadurch gelöst, dass zwischen den Seitenflächen des Homogenisierungselementes, auf die die Laserstrahlenbündel infolge ihrer, in der ersten Koordinatenrichtung vorliegenden Divergenz gegenseitig überlagert gerichtet sind, zueinander in einer Richtung senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten benachbart liegende Reflexionsebenen vorgesehen sind, die die Laserstrahlenbündel nacheinander durchlaufen und in denen sich Reflexionen infolge der Divergenz der Laserstrahlenbündel zwischen den Seitenflächen in der ersten Koordinatenrichtung wiederholen.

[0011] Gemäß einer bevorzugten Ausgestaltung werden parallel zu der gemeinsamen Ebene für die aktiven Schichten gerichtete Reflexionsebenen durch ein Homogenisierungselement erzeugt, dessen Seitenflächen senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten gerichtet sind und an dessen Stirnseiten gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten geneigte, reflektierende Umlenkflächen als Dachkantanordnungen vorgesehen sind.

[0012] Während eine der Stirnseiten unterteilt ist in einen Eintrittsbereich für die Laserstrahlenbündel, einen Bereich des Strahlungsausstrittes und eine der Dachkantanordnungen, dient die andere Stirnseite vollständig zur Aufnahme der anderen Dachkantanordnung.

[0013] Gemäß einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung sind paarweise zueinander parallel gegenüberliegende reflektierende Flächen vorgesehen, von denen die Flächen eines Paares als Seitenflächen eines Quaders senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten gerichtet sind. Die Flächen eines anderen Paares sind als Stirnflächenteile des Quaders gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten, abweichend von der Senkrechten, geneigt angeordnet. Dem Strahlungseintritt und dem Strahlungsausstritt dienen in den Stirnflächen vorgesehene und den reflektierenden Stirnflächenteilen benachbarte strahlungsdurchlässige Bereiche. Dabei können der Strahlungseintritt und der Strahlungsaus-



tritt an derselben Stirnfläche vorgesehen sein oder aber sie sind auf die beiden Stirnflächen verteilt.

[0014] In beiden Ausgestaltungen sind die reflektierenden Seitenflächen des Homogenisierungselementes als ebene Flächen ausgebildet.

[0015] Soll jedoch die Divergenz der Laserstrahlenbündel in der ersten Richtung verändert werden, können die reflektierenden Seitenflächen des Homogenisierungselementes auch als gekrümmte Flächen ausgebildet sein.

[0016] Von besonderem Vorteil ist es, wenn der Eintrittsbereich für die Laserstrahlenbündel mindestens über die Ausdehnung des Strahlungsfeldes der Laserdiodenanordnung in der ersten Koordinatenrichtung erstreckt ist.

[0017] Für den Einsatz der beschriebenen Anordnungen ist es weiterhin vorteilhaft, wenn zur Abbildung eines homogenisierten Strahlungsquerschnittes in eine Arbeitsebene eine modular austauschbare Abbildungsoptik vorgesehen ist, die eine auf unterschiedliche Arbeitsabstände und unterschiedliche Strahlgeometrien des Arbeitsstrahles ausgerichtete Abbildung zulässt.

[0018] Besonders positiv auf das Ergebnis der Homogenisierung wirkt sich die durch die Wiederholung mehrfach in der ersten Koordinatenrichtung auf kürzestem Wege ausgeführte Führung der Halbleiterlaserstrahlung aus, indem an der Austrittsfläche des Homogenisierungselementes ein Arbeitsstrahl mit einer, über einen weitgehend rechteckigen Querschnitt verlaufenden homogenen Intensitätsverteilung vorliegt. Die Erfindung gestattet darüber hinaus eine simultane Modifizierung von sich überlagernden divergenten Einzelstrahlen einer Anordnung von räumlich getrennten Einzelemittern mit einem einfach aufgebauten, kompakten optischen Bauelement, das kostengünstig herstellbar und einfach zu justieren ist.

[0019] Da der rechteckige Strahlungsquerschnitt durch seine homogene Intensitätsverteilung wohldefinierte Strahlungsparameter aufweist, lässt er sich mit abbildenden optischen Mitteln besonders gut weiterverarbeiten und dadurch flexibel an unterschiedliche Anforderungserfordernisse und Anwendungszwecke anpassen, wie z. B. das Erzeugen von linienförmigen Schweiß- und Lötverbindungen, insbesondere bei Kunststoffen und Metallen aber auch zu Belichtungszwecken.

[0020] Insbesondere erlaubt eine Projizierung mit Linsenkombinationen die Erzeugung eines Linienfokus mit in weiten Grenzen frei definierbaren Linienlängen und großer Kantensteilheit in einem definierten Arbeitsabstand, so dass auf einem Werkstück eine scharf begrenzte Linie generiert werden kann. Ein solcher Arbeitsstrahl ist z. B. besonders vorteilhaft zum stationären Schweißen einer längeren Schweißnaht geeignet, d. h. ohne dass zwischen dem Werkzeug und dem Werkstück eine Relativbewegung erforderlich ist. Werkzeug und Werkstück können in einem stationären Zustand verbleiben. Optische Hilfsmittel zur Strahlbewegung sind nicht erforderlich. Die in der ersten Koordinatenrichtung vorhandene hohe Kantensteilheit und die bis zum Rand des Arbeitsstrahls verlaufende homogene Intensitätsverteilung gewährleistet außerdem die modularartige Aneinanderreihung von Arbeitsstrahlen mehrerer erfindungsgemäßer Laserstrahlungsquellen, wodurch die Linienlänge über die durch die begrenzte Ausdehnung des Diodenlasers bestimmten Abmessungen noch vergrößert werden kann. Die besonders homogene Intensitätsverteilung liefert z. B. Schweißnähte von hoher Qualität, da sowohl eine nicht ausreichende Verschweißung als auch durchgebrannte Stellen vermieden werden können.

[0021] Die Erfindung soll nachstehend anhand der schematischen Zeichnung näher erläutert werden. Es zeigen:

[0022] Fig. 1 eine Laserstrahlungsquelle mit einem prismatischen

Homogenisierungselement in einer perspektivischen Darstellung

[0023] Fig. 2 die Laserstrahlungsquelle gemäß Fig. 1 in einer Seitenansicht mit zueinander benachbarten Reflexionsebenen in dem prismatischen Homogenisierungselement

[0024] Fig. 3 zueinander benachbarte Reflexionsebenen in einem schräg in den Strahlengang der Laserstrahlenbündel gestellten quaderförmigen Homogenisierungselement

[0025] Fig. 4 ein als Hohlkörper ausgebildetes quaderförmiges Homogenisierungselement

[0026] Fig. 5 ein Diagramm mit der Darstellung der Intensitätsverteilung vor der Homogenisierung mit der erfindungsgemäßen Anordnung

[0027] Fig. 6 ein Diagramm mit der Darstellung der Intensitätsverteilung nach der Homogenisierung mit der erfindungsgemäßen Anordnung

[0028] Fig. 7 die Reflexion in einer Reflexionsebene aufgrund der in einer Koordinatenrichtung vorliegenden Divergenz der Laserstrahlenbündel am Beispiel dreier Laserstrahlenbündel, die von einzelnen Emittoren ausgehen

[0029] Fig. 8 die Reflexion in einer Reflexionsebene aufgrund der in einer Koordinatenrichtung vorliegenden Divergenz eines Strahlenbündels von einem am Rand des Diodenlasers angeordneten Emitter

[0030] Fig. 9 die Reflexion in einer Reflexionsebene aufgrund der in einer Koordinatenrichtung vorliegenden Divergenz eines Strahlenbündels von einem in der Mitte des Diodenlasers angeordneten Emitter

[0031] Bei der in Fig. 1 dargestellten Laserstrahlungsquelle ist als Laserdiodenanordnung 1 ein Diodenlaserbarren vorgesehen, dessen Emitterelemente mit ihren aktiven Schichten in einer gemeinsamen Ebene, hier die x-z-Ebene, und in einer ersten Koordinatenrichtung (x-Richtung oder Slow-Axis) räumlich getrennt, nebeneinander angeordnet sind. Eine Fast-Axis-Kollimationsoptik 2 wirkt senkrecht zu den aktiven Schichten der Emitterelemente und richtet von den Emitterelementen ausgesendete Laserstrahlenbündel L auf ein Homogenisierungselement 3, das sich mit seinem Eintrittsbereich für die Laserstrahlenbündel L mindestens über die gesamte Ausdehnung des Strahlungsfeldes des Diodenlaserbarrens in der ersten Koordinatenrichtung erstreckt. Auf diese Weise wird jeder als Strahlungsquellpunkt dienende Emitter optisch erfasst, wobei das Strahlparameterprodukt erhalten bleibt und keine Verschlechterung der Beugungseigenschaften eintritt. Da die Divergenz der Laserstrahlenbündel L in der ersten Koordinatenrichtung nicht beseitigt ist, wird die in ihrer gesamten Breite in das Homogenisierungselement 3 eintretende, durch gegenseitige Überlagerung der Laserstrahlenbündel L entstehende Laserstrahlung aufgrund ihrer divergenten Eigenschaft an einem Paar von einander zugewandten ebenen reflektierenden Seitenflächen 4, 5 durch Reflexion vielfach durchmischt und somit homogenisiert.

[0032] Werden anstatt der ebenen Seitenflächen 4, 5 gekrümmte Flächen verwendet, wird die Divergenz in Richtung der ersten Koordinate entsprechend der Krümmung verändert. In den Fig. 7 bis 9 wird der in der x-z-Ebene erzeugte Effekt für die Laserstrahlenbündel L von drei Emittoren, sowie von einem am Rand und einem in der Mitte des Diodenlaserbarrens angeordneten Emitter verdeutlicht.

[0033] In besonders positiver Weise potenziert sich dieser Effekt der homogenen Verteilung der Strahlungsintensität eines jeden Strahlungsquellpunktes auf einen Bereich des Strahlungsaustrittes 6 in dem Homogenisierungselement 3 dadurch, dass zwischen den Seitenflächen 4, 5 zueinander in einer Richtung senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten benachbart liegende Reflexionsebenen E_1 , E_2 , E_3 und E_4 vorgesehen sind, die die Laserstrahlenbündel L



nacheinander durchlaufen und in denen sich die Reflexion zwischen den Seitenflächen 4, 5 in der ersten Koordinatenrichtung wiederholt (Fig. 2). Bei dem Ausführungsbeispiel nach den Fig. 1 und 2 werden die zueinander benachbart und hier übereinander liegenden Reflexionsebenen E_1 , E_2 , E_3 und E_4 bevorzugt als parallel zu der für die aktiven Schichten gemeinsamen Ebene ausgerichtete Ebenen erzeugt, indem das Homogenisierungselement 3 stirnseitig gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten geneigte, reflektierende Umlenkflächen 7, 8, 9 und 10 als Dachkantanordnungen 11 bzw. 12 aufweist. Während sich eine erste Stirnseite 13 des Homogenisierungselements 3 in einen Eintrittsbereich 14 für die Laserstrahlenbündel L, den Bereich des Strahlungsaustrittes 6 und einen Bereich für die eine Dachkantanordnung 11 unterteilt, steht die der ersten Stirnseite 13 gegenüberliegende zweite Stirnseite 15 vollständig für die andere Dachkantanordnung 12 zur Verfügung. Das vor der Homogenisierung gemäß Fig. 5 vorhandene Intensitätsprofil eines in einer Richtung ausgedehnten Flächenstrahlers oder mehrerer in einer Reihe angeordneter Einzelstrahler mit definierter Ausdehnung in der ersten Koordinatenrichtung und beliebig inhomogener Abstrahlcharakteristik in dieser Richtung sowie einer kollimierten Abstrahlcharakteristik in einer zweiten Richtung senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten wird durch die erfindungsgemäßen Maßnahmen in einen Flächenstrahler mit hoher Kantensteilheit an den Rändern der Intensitätsverteilung bevorzugt in der ersten Koordinatenrichtung und insbesondere homogener Intensitätsverteilung über ein rechteckiges Intensitätsprofil gemäß Fig. 6 umgewandelt.

[0034] Mit Hilfe einer modular austauschbaren Abbildungsoptik 16 zur Formung der Linienbreite und Linienhöhe wird der homogenisierte Strahlungsquerschnitt im Bereich des Strahlungsaustrittes 6 als virtuelle Strahlungsquelle zusammen mit den übrigen dort vorliegenden positiven Strahlungseigenschaften in eine nicht dargestellte Arbeitsebene projiziert, so dass dort eine homogene und in der Breite einstellbare, scharf begrenzte linienförmige Intensitätsverteilung entsteht. Die Projektion ist auf unterschiedliche Arbeitsabstände und unterschiedliche Strahlgeometrien ausgerichtet und deshalb selbstverständlich nicht nur auf linienförmige Strahlformen beschränkt, sondern kann auch rechteckige bzw. quadratische Strahlformen erzeugen. Bevorzugt können auch Querschnitte eingestellt werden, bei denen die Höhe etwa 1 mm beträgt und das andere Ausmaß durch Linienverkürzung bzw. -verlängerung einstellbar bleibt. Diese Einstellbarkeit gewährleistet auch die Generierung eines Linienfokus in der Arbeitsebene vom Ausmaß der Gehäusebreite der eingehausten Laserstrahlungsquelle, so dass die modulare Aneinanderreihung derartiger eingehauster Laserstrahlungsquellen ermöglicht wird. Aufgrund der hohen Kantensteilheit der Intensität im Bereich des Strahlungsaustrittes 6 in Richtung der ersten Koordinate werden bei der Aneinanderreihung der Laserstrahlungsquellen Linienfoki erzeugt, bei denen Intensitätsüberhöhungen oder -eindellungen vermieden werden.

[0035] In Abhängigkeit von weiteren Ausgestaltungen der Abbildungsoptik 16 können auch andere Eigenschaften des Arbeitsstrahles beeinflusst werden, wie z. B. die Lage der Arbeitsebene, die Linienform oder die Intensitätsverteilung.

[0036] Ähnlich wie das prismatische Homogenisierungselement 3 ist auch eine weitere Ausführungsform der Erfindung mit paarweise zueinander parallel gegenüberliegenden reflektierenden Flächen wirksam, von denen die Flächen des einen Paares als Seitenflächen eines Quaders 17 aus optischem Glas, wie z. B. BK7, senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten gerichtet sind. Von den Seitenflächen ist nur die mit 18 bezeichnete sichtbar. Das andere

Paar bildet Umlenkflächen in Form von verspiegelten Stirnflächenteilen 20, 21, die in einer Richtungskomponente senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten versetzt zueinander angeordnet und gegen diese Ebene, abweichend von der Senkrechten, geneigt sind. Durch den Versatz werden strahlungsdurchlässige Bereiche für einen Strahlungseintritt 22 und einen Strahlungsaustritt 23 gebildet, die den Stirnflächenteilen 20, 21 jeweils an entgegengesetzten Seiten benachbart sind.

[0037] Es ist selbstverständlich auch möglich, den strahlungsdurchlässigen Bereich für den Strahlungsaustritt 23 an derselben Stirnfläche wie den Bereich für den Strahlungseintritt 22 vorzusehen. Beide Bereiche grenzen dann an entgegengesetzten Seiten an das Stirnflächenteil 20 an.

[0038] Durch die Neigung der Stirnflächenteile 20, 21 gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten werden für die einfallenden Laserstrahlenbündel L zueinander benachbarte Reflexionsebenen E_3 bis E_{11} erzeugt.

[0039] Die über den im vorliegenden Beispiel im oberen Abschnitt der einen Stirnfläche vorgesehenen Bereich 22 in dem Quader 17 eintretenden Laserstrahlenbündel L treffen auf der gegenüberliegenden anderen Stirnfläche mit schrägem Einfall auf den dortigen verspiegelten Teilbereich 21, von dem eine Reflexion auf den gegenüberliegenden verspiegelten Teilbereich 20 erfolgt. Die Reflexionsebenen E_3 bis E_{11} verlaufen in einem von der Neigung der verspiegelten Teilbereiche 20, 21 gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten abhängigen Zick-Zack-Muster, wobei diejenigen Reflexionsebenen E_3 bis E_{11} parallel zueinander gerichtet sind, welche die Laserstrahlenbündel L in gleicher Richtung durchlaufen. Die Reflexionen und Rückreflexionen erfolgen so lange, bis die Laserstrahlenbündel L auf den in der anderen Stirnfläche im unteren Abschnitt befindlichen Bereich des Strahlungsaustrittes 23 treffen. In dem Bereich 23 liegen ähnliche Strahlungseigenschaften wie im Bereich des Strahlungsaustrittes 6 beim ersten Ausführungsbeispiel vor, so dass von hier aus die Abbildung in die Arbeitsebene erfolgen kann. Sollen sich der Strahleintritt und der Strahlungsaustritt auf derselben Stirnseite befinden, so kann der Strahlungsaustritt z. B. dort platziert werden, wo sich die Reflexionsebene E_{10} mit der Stirnseite, an der sich der Strahleintritt befindet, schneidet.

[0040] Selbstverständlich ist es auch möglich, die als massive Glaskörper ausgebildeten Homogenisierungselemente hohlkörperartig zu gestalten und, anstatt von Oberflächenverspiegelungen körperlich gestaltete Spiegel zu einem solchen Element zusammenzusetzen. So ist in einem Beispiel gemäß Fig. 4 ein solcher Hohlkörper 24 mit einander zugewandten reflektierenden Seitenspiegeln 25, 26 für die der Homogenisierung dienenden Reflexionen ausgestattet. Zueinander in einer Richtung senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten benachbarte Reflexionsebenen werden durch weitere Spiegel 27, 28 an den Stirnseiten des Hohlkörpers 24 dadurch erzeugt, dass dieser wie bereits in Fig. 3 dargestellt und für die dortige Lösung des massiven Glaskörpers beschrieben, geneigt gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten in die Laserstrahlung gestellt ist und Bereiche zum Strahleintritt 29 und -austritt 30 an den Stirnseiten enthält.

[0041] Die Erfindung ist nicht nur auf die Homogenisierung der Strahlung von in einer Reihe angeordneten Einzelstrahlern, wie bei Diodenlaserbarren beschränkt, sondern kann auch in Verbindung mit Halbleiterlaserstacks (gestapelte Anordnungen von Laserdiodenbarren) angewendet werden.



1. Optische Anordnung zur Formung und Homogenisierung eines von einer Laserdiodenanordnung ausgehenden Laserstrahls, bei der Laserstrahlenbündel aus- 5 sendende Emittierelemente der Laserdiodenanordnung mit ihren aktiven Schichten in einer gemeinsamen Ebene und in einer ersten Koordinatenrichtung räumlich getrennt, nebeneinander angeordnet sind, mit einer, in einer zweiten Koordinatenrichtung senkrecht zu 10 der gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten der Emittierelemente wirkenden Kollimationsoptik und einem Homogenisierungselement mit einem Paar von einander zugewandten reflektierenden Seitenflächen, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen den Seiten- 15 flächen (4, 5, 18, 25, 26) des Homogenisierungselementes (3, 17, 24), auf die die Laserstrahlenbündel (L) infolge ihrer, in der ersten Koordinatenrichtung vorliegenden Divergenz gegenseitig überlagert gerichtet sind, zueinander in einer Richtung senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten benachbart 20 liegende Reflexionsebenen (E_1 bis E_{11}) vorgesehen sind, die die Laserstrahlenbündel (L) nacheinander durchlaufen und in denen sich Reflexionen infolge der Divergenz der Laserstrahlenbündel (L) zwischen den 25 Seitenflächen (4, 5, 18, 25, 26) in der ersten Koordinatenrichtung wiederholen.
2. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Reflexionsebenen (E_1 bis E_4) parallel zu der gemeinsamen Ebene für die aktiven Schichten ge- 30 richtet sind.
3. Anordnung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass das Homogenisierungselement (3), dessen Seitenflächen (4, 5) senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten gerichtet sind, zur Erzeugung der Reflexionsebenen (E_1 bis E_4) Stirnseiten (13, 15) auf- 35 weist, an denen gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten geneigte, reflektierende Umlenkflächen (7 bis 10) als Dachkantanordnungen (11, 12) vorgesehen sind. 40
4. Anordnung nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, dass eine der Stirnseiten (13) unterteilt ist in einen Eintrittsbereich (14) für die Laserstrahlenbündel (L), einen Bereich des Strahlungsausstrittes (6) und eine der Dachkantanordnungen (11), und dass die andere Stirn- 45 seite (15) vollständig zur Aufnahme der anderen Dachkantanordnung (12) dient.
5. Anordnung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass von paarweise zueinander parallel gegenüberliegenden reflektierenden Flächen, die Flächen eines 50 Paares als Seitenflächen (18, 25, 26) eines Quaders (17, 24) senkrecht zur gemeinsamen Ebene der aktiven Schichten gerichtet und die eines anderen Paares als Stirnflächenteile (20, 21, 27, 28) des Quaders (17, 24) gegen die gemeinsame Ebene der aktiven Schichten, 55 abweichend von der Senkrechten, geneigt sind, und dass mindestens eine der Stirnflächen strahlungsdurchlässige Bereiche für den Strahlungseintritt und/oder den Strahlungsaustritt enthält.
6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, da- 60 durch gekennzeichnet, dass zur Abbildung eines homogenisierten Strahlungsquerschnittes in eine Arbeitsebene eine modular austauschbare Abbildungsoptik (16) vorgesehen ist, die eine auf unterschiedliche Arbeitsabstände und unterschiedliche Strahlgeometrien 65 des Arbeitsstrahles ausgerichtete Abbildung zulässt.
7. Anordnung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass in der Arbeitsebene mehrere Arbeitsstrahlen

in Richtung der ersten Koordinate nebeneinandergelegt sind.

8. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass die Laserdiodenanordnung ein Strahlungsfeld aufweist, über dessen Ausdehnung der Eintrittsbereich (14, 22, 29) für die Laserstrahlenbündel (L) in der ersten Koordinatenrichtung mindestens erstreckt ist.

9. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierenden Seitenflächen (4, 5, 18, 25, 26) des Homogenisierungselementes (3, 17, 24) als ebene Flächen ausgebildet sind.

10. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die reflektierenden Seitenflächen (4, 5, 18, 25, 26) des Homogenisierungselementes (3, 17, 24) zur Veränderung der Divergenz in der ersten Richtung als gekrümmte Flächen ausgebildet sind.

Hierzu 4 Seite(n) Zeichnungen



- Leerseite -

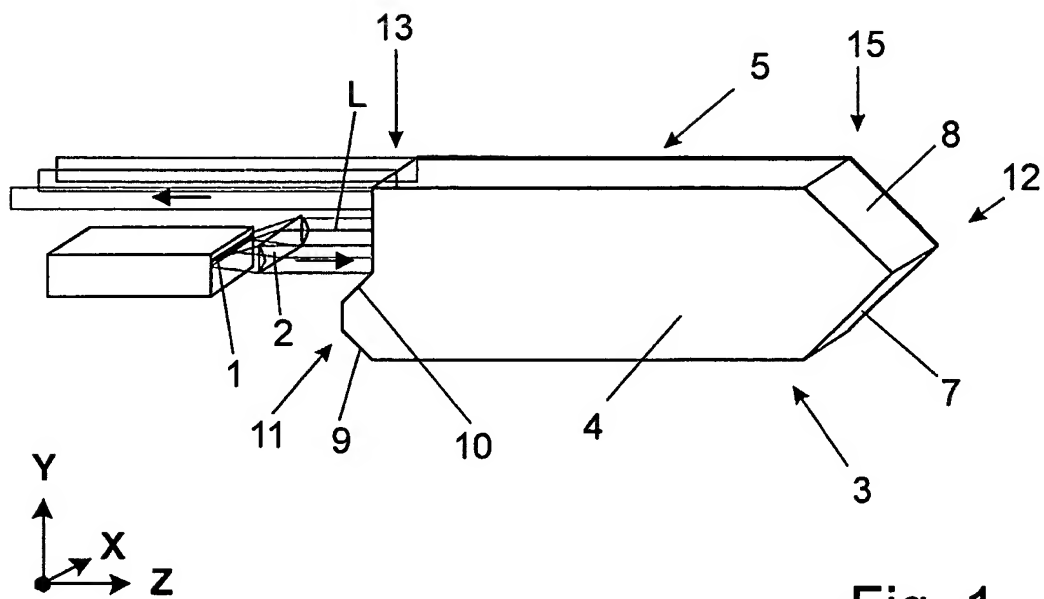


Fig. 1

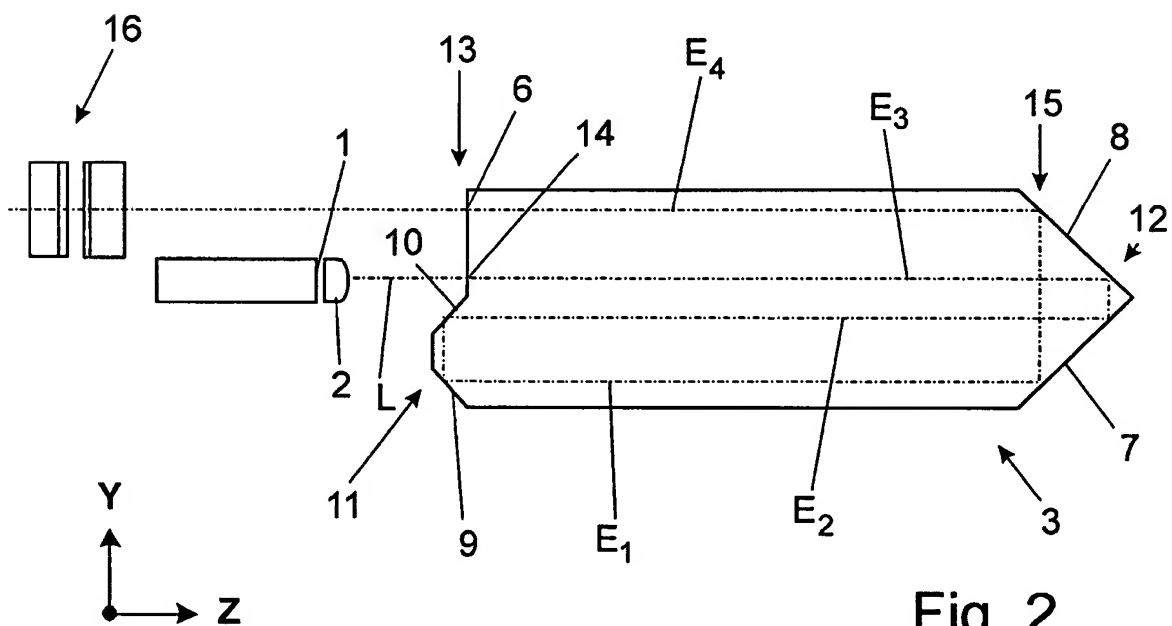


Fig. 2

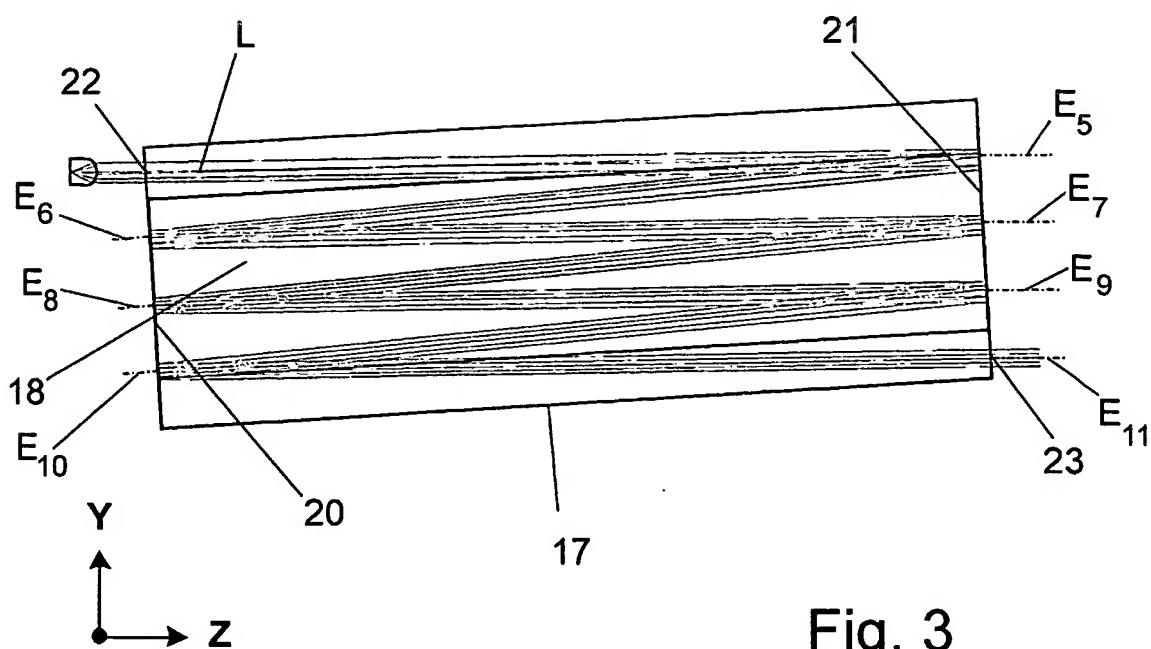


Fig. 3

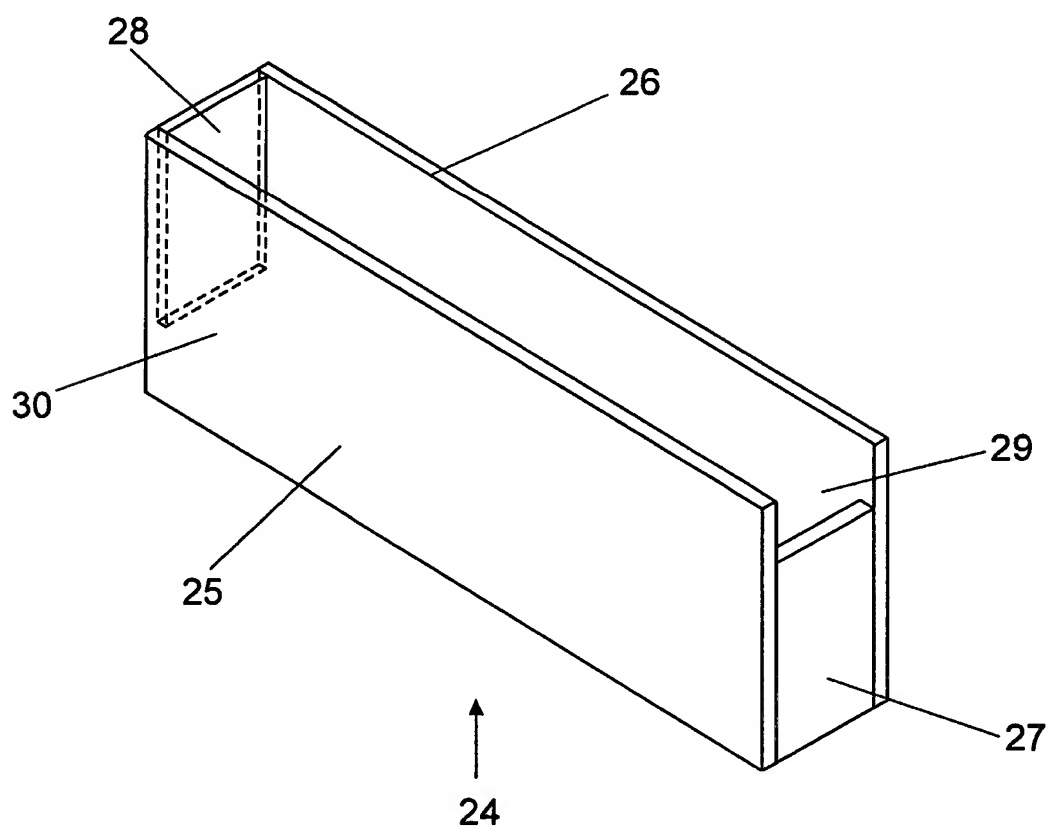


Fig. 4

Intensitätsprofil vor der Homogenisierung

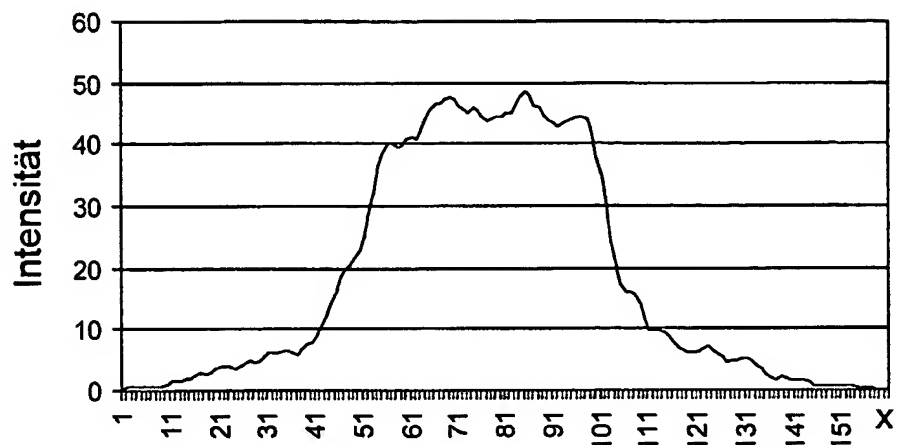


Fig. 5

Intensitätsprofil nach der Homogenisierung

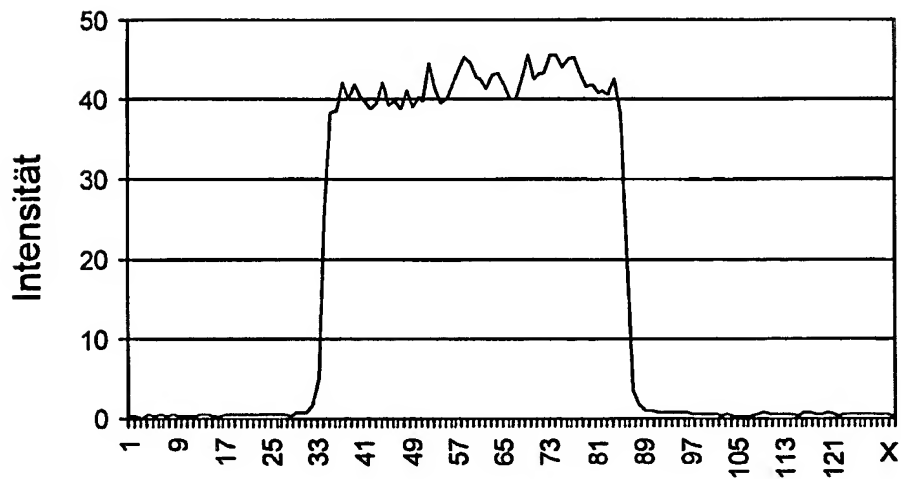


Fig. 6

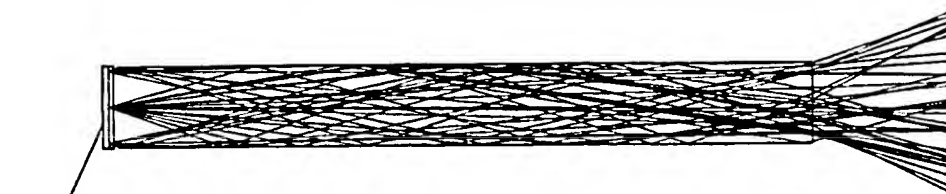


Fig. 7



Fig. 8

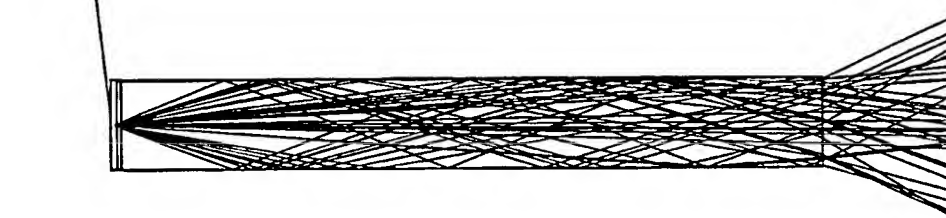


Fig. 9